

CICLI BIOGEOCHIMICI

Alterazione dei cicli

F.Zammarchi e C.Mazzocchi
Liceo LEONARDO Brescia

0

INDICE

Descrizione dei cicli ad un livello base: Vengono illustrati sinteticamente i vari cicli degli elementi presi in considerazione dandone una semplice descrizione d'insieme.

primo
livello

Alcune alterazioni dei cicli: In questo livello si vuole evidenziare la criticità dei cicli e sottolineare come l'uomo entri con la sua azione nella dinamica di flusso degli elementi chimici e ne alteri vistosamente l'equilibrio frutto di un lento divenire naturale!

secondo
livello

Descrizione dei principali processi chimico-biologici nei cicli degli elementi descritti: vengono approfonditi alcuni aspetti che caratterizzano le dinamiche chimico-biologiche di alcuni elementi, evidenziando l'azione dei microrganismi attivi nelle varie fasi.

terzo
livello

QUADRO D'INSIEME

Ogni ciclo va inteso come flusso dinamico degli elementi soggetto a fenomeni di alterazione dell'entità del ciclo sia sotto il profilo quantitativo che qualitativo.

I fattori che lo condizionano sono sia naturali che artificiali, cioè influenzati dalla presenza delle attività umane negli ecosistemi e da variazioni ambientali che prescindono dall'azione dell'uomo.

Negli ultimi anni l'alterazione di alcuni cicli ha assunto valori preoccupanti per l'equilibrio dell'ecosistema Terra nel suo insieme e non settorialmente come era avvenuto fino a poco tempo fa. Si può fissare l'inizio delle alterazioni planetarie con l'avvento della prima rivoluzione industriale quando l'uomo inizia ad avere a sua disposizione energia a basso costo e macchinari che amplificano la sua capacità di lavoro.

ALCUNE ALTERAZIONI DEI CICLI

Alterazione della CO₂ (ciclo del Carbonio)

Effetto serra

Alterazione del ciclo dell'acqua (quantitativo)

Ritiro ghiacci e desertificazione

Dissesto idrogeologico

Alterazione del ciclo dell'acqua (qualitativo)

Eutrofizzazione

Prelievi (cuneo salino)

A – Alterazioni del ciclo della CO₂

Diversi fattori influenzano la CO₂ presente nell'atmosfera.

1. **Emissioni vulcaniche (estremamente variabili sia come frequenza sia come intensità)**
2. **Attività umane: industria, agricoltura, urbanizzazione e disboscamento (in forte aumento)**
3. **Fissazione della CO₂ con la fotosintesi**
4. **Fenomeni geologici (formazione idrocarburi)**

1. EMISSIONI VULCANICHE

Durante le eruzioni vulcaniche si ha un'emissione di ingenti quantità di CO₂ che possono alterare l'equilibrio globale del gas. Unitamente alle polveri determinano un fattore di alterazione globale del clima sulla Terra. Si ritiene che cicliche eruzioni vulcaniche di vasta portata siano state concausa delle grandi variazioni climatiche a livello planetario.



Misurazioni della trasparenza dell'atmosfera , effettuate a varie quote , hanno ormai dimostrato come le variazioni percentuali delle polveri e l'anidride carbonica possano giocare sicuramente un ruolo determinante nel processo di variazione climatica.

2A. ATTIVITÀ UMANE

L'**agricoltura e la zootecnia** effettuate in modo intensivo possono generare flussi considerevoli di CO₂ nell'atmosfera, così come le attività industriali che annualmente scaricano nell'atmosfera quantitativi sempre più preoccupanti di questa molecola che non trova nei naturali meccanismi di riciclo il necessario meccanismo tampone.



2B. ATTIVITÀ UMANE

Il **disboscamento** indiscriminato ha portato a mutamenti sia geomorfologici a livello locale, sia termici a livello planetario per il disequilibrio che si genera tra la fotosintesi (fissazione della CO₂), la respirazione e le attività umane (incremento delle stesse emissioni nell'atmosfera). Tra le aree più fragili ricordiamo la foresta amazzonica e il sud est asiatico.

1000 ANNI

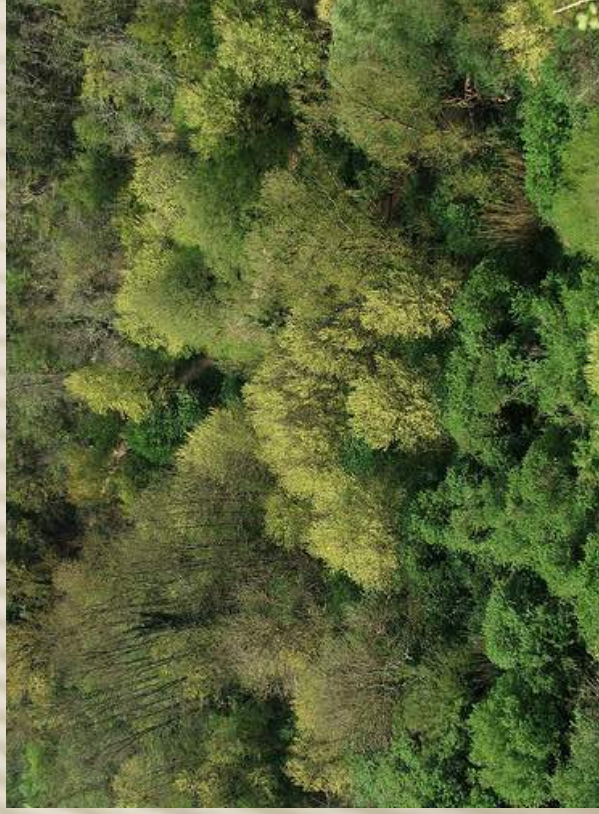


6 GIORNI



2C. ZONE URBANE

Le grandi metropoli con le loro attività concentrate determinano microclimi antropizzati che di fatto costituiscono un nuovo ecosistema non regolato. Statisticamente è provato che le aree fortemente antropizzate hanno mutato sensibilmente il clima: ad esempio nelle aree della pianura padana si nota una forte diminuzione dei giorni di nebbia dovuta ad un aumento medio delle temperature invernali. La forte circolazione di mezzi di trasporto ha portato ad incrementi di CO2 veramente elevati



3. FISSAZIONE DELLA CO₂ CON LA FOTOSINTESI

Le piante con la fotosintesi clorofilliana sottraggono la CO₂ dall'atmosfera fissandola sotto forma di biomassa.

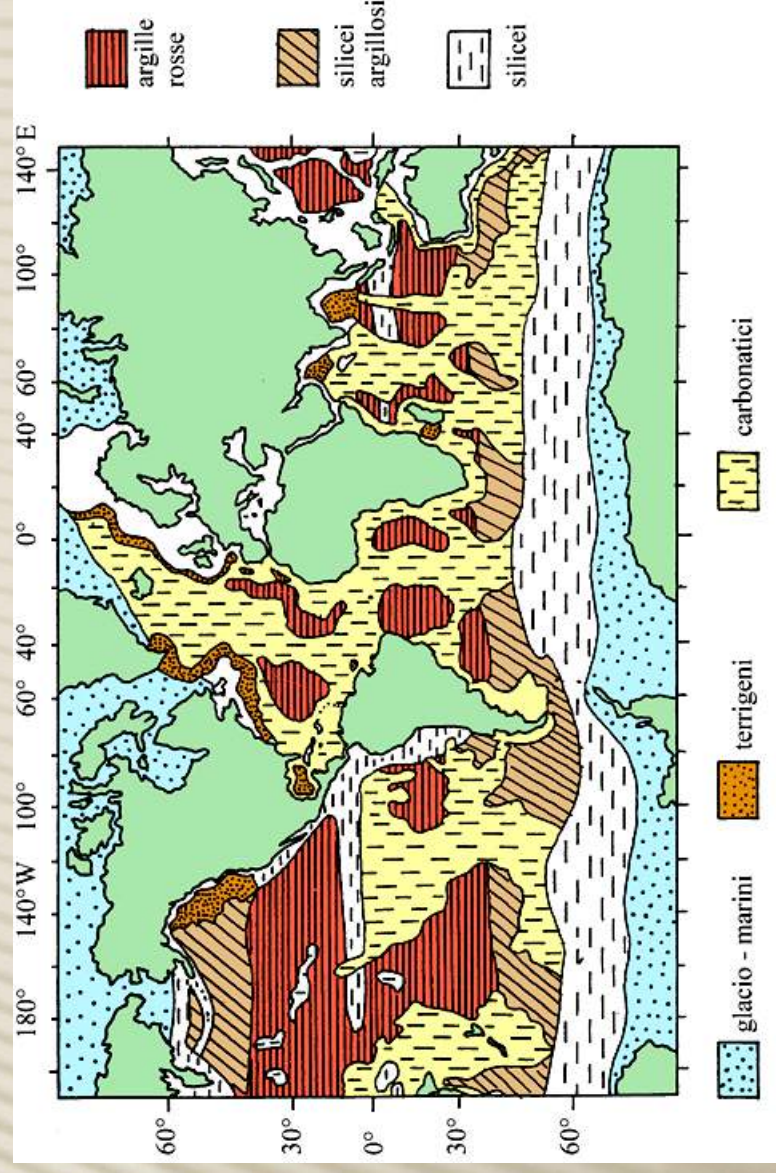
Ruolo fondamentale è svolto dalla fotosintesi che avviene negli oceani che costituiscono una porzione rilevante della superficie terrestre. La perdita di copertura vegetale ad opera dell'uomo, di fatto, incrementa la percentuale del gas serra nell'atmosfera.



L'inquinamento con idrocarburi dei mari altera la dinamica della fissazione del carbonio, operata dalle alghe.

4. FENOMENI GEOLOGICI

A grandi profondità, (4500/500 m), si raggiunge il livello di compensazione dei carbonati che divengono più solubili. I fondali marini quindi, costituiscono di fatto dei tamponi naturali per la CO₂ che rimane bloccata per tempi geologici sui fondali marini, finché un fenomeno geologico rilevante la rende nuovamente disponibile sottoforma di carbonati, che dilavati ritornano in circolo.

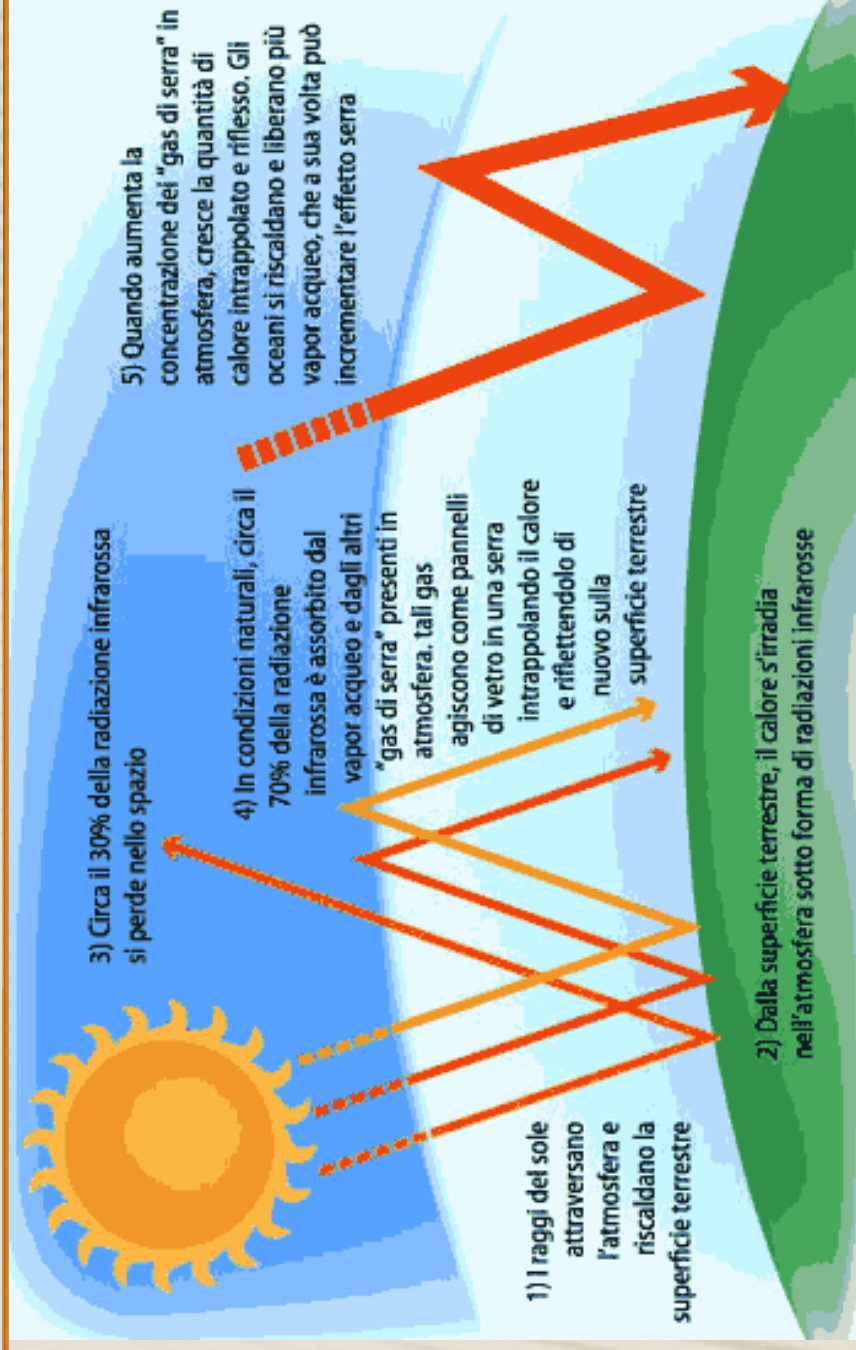


Tipologie fondali oceanici

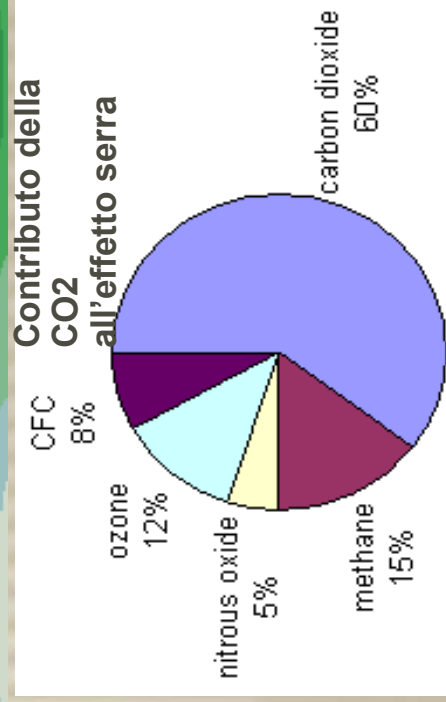
Bilancio energetico ed effetto serra

- La radiazione in entrata e' individuabile nel campo della radiazione visibile e scalda la terra ed il mare, non l'atmosfera direttamente.

- La radiazione in uscita e' riferibile al campo della radiazione infrarossa ed e' emessa dall'alta atmosfera.

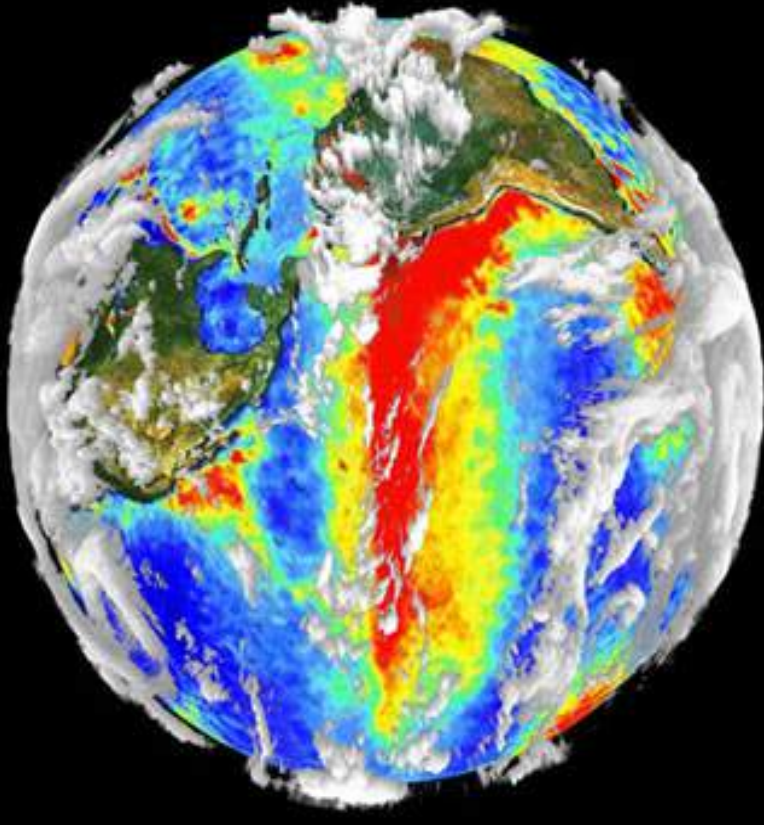


La radiazione infrarossa, emessa dalla superficie della Terra, non scappa direttamente nello spazio ma e' assorbita nell'atmosfera dal vapore acqueo e dai gas serra aumentandone il riscaldamento.



SINTOMI DEL RISCALDAMENTO GLOBALE

- Inverni tendenzialmente più corti (emisfero nord)
- Riduzione delle coperture di ghiaccio sulla Terra
- Regressione dell'estensione delle barriere coralline
- Aumento del livello degli oceani
- Aumento delle precipitazioni (emisfero nord)
- Manifestazioni climatiche tendenzialmente più estreme
- Tropicalizzazione dei mari (Mediterraneo)
- Malattie infettive da zanzare si spostano più a nord (emisfero nord)



L'equilibrio termico del pianeta è pesantemente condizionato ed è stata preventivata una sensibile variazione dei climi presenti sulla Terra.

I GAS SERRA

Generalmente i gas serra vengono classificati secondo lo schema seguente:

- Vapore acqueo H₂O
- Diossido di carbonio CO₂
- Ozono O₃
- Metano CH₄
- Ossido di Azoto N₂O
- Polveri sottili (aerosol) (formulazioni varie)
- Esafluoruro di zolfo SF₆

CARATTERISTICHE DEI GAS SERRA

Anidride carbonica: e' prodotta dalla combustione dei combustibili fossili, dalla combustione dei gas naturali e dalla produzione del cemento. Gli incendi rivestono un ruolo importante per le emissioni della CO₂; inoltre e' prodotta anche dagli incendi che interessano foreste e savane, dal disboscamento che sottrae suolo alle foreste e da un'agricoltura esasperata, (non "sostenibile").

Metano: proviene da diverse fonti: discariche, emissioni di gas naturale, miniere di carbone, pozzi di petrolio, impianti di trattamento dei reflui, campi di riso coperti d'acqua, allevamento di bovini (digestione), trattamento liquami (decomposizione in assenza di ossigeno).

Ossido nitroso: tra le varie fonti, viene rilasciato in particolar modo dall'uso di fertilizzanti chimici a base di azoto, dagli scarichi dei veicoli, dalla produzione di acido nitrico. Per molecola l'N₂O è 296 volte più efficace della CO₂ come causa del riscaldamento planetario.

CFC, HCFC, HFC: venivano utilizzati come refrigeranti in frigoriferi e condizionatori e come propellenti negli spray. Ora si stanno gradualmente rimpiazzando con tecnologie adeguate.

Ozono troposferico: proviene da inquinanti prodotti dall'uso di combustibili fossili nelle centrali termoelettriche e dalla combustione dei veicoli, incendi e processi fotochimici naturali. Costituisce per il 10% dell'aumento del riscaldamento della troposfera.

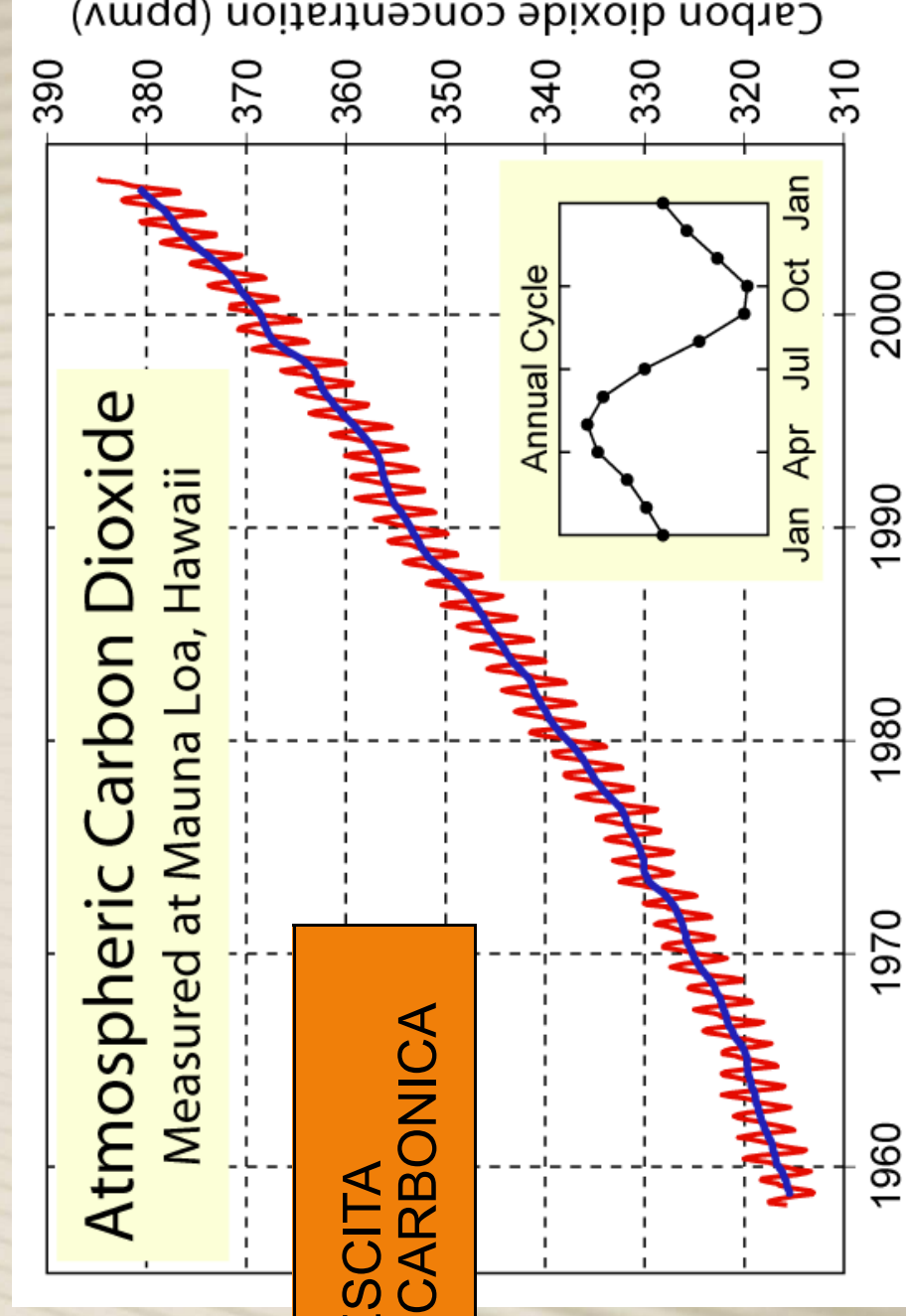
Aerosol: sono particelle finissime di polveri o goccioline originate dalla combustione di combustibili fossili, foreste, biomasse e dall'inquinamento industriale. L'attività è riconducibile all'effetto "scattering"(riflessione della radiazione) e "backscattering" o retrodiffusione della radiazione.

Vapore acqueo: è da considerare anch'esso un gas serra in quanto assorbe parte di radiazioni IR emesse dalla Terra con la flessione del legame "H-O-H" .

Esafluoruro di zolfo: studi recenti rivelano la sua elevata efficienza al fine del riscaldamento globale dell'atmosfera. Oggi la normativa impone un accurato riciclaggio.

L'aumento della CO₂

L'anidride carbonica nell'atmosfera è andata aumentando negli ultimi decenni, come si nota nel grafico; interessante anche l'andamento ciclico che si rileva durante l'anno.



Il protocollo di Kyoto

Per limitare gli effetti dell'aumento della CO2 sono state deliberate delle azioni comuni da parte degli Stati che hanno prodotto vari protocolli d'intesa e strategie globali di intervento concordato.

Il più noto è il protocollo di **Kyoto** che proponeva la limitazione delle emissioni dei gas serra da parte degli stati membri in misura proporzionale al proprio impatto tecnologico/ambientale.

- ✓ Firmato a dicembre 1997, entrato in vigore a febbraio 2005.

- ✓ Impone limiti di legge alle emissioni di gas a effetto serra.

- ✓ I paesi firmatari, mediante obiettivi di riduzione nazionali, si

impegnano entro il quinquennio **2008-2012** a ridurre mediamente del **5%** le emissioni rispetto a quelle stimate nell'anno base 1990.

Principio emergente....

“Una riduzione delle

**emissioni di gas effetto serra porta i medesimi benefici al pianeta
a prescindere dal luogo in cui essa sia realizzata.”**

ESITI DEI PROTOCOLLI

I successivi convegni fino a Copenaghen 2009 non hanno di fatto avuto l'auspicato successo e realizzazione per la contrarietà sia dei paesi emergenti che si vedono esclusi dalla crescita economica, (oggi più accessibile), sia dei paesi ricchi che temono i negativi effetti della recessione economica con l'applicazione dei protocolli d'intesa per la riduzione dei gas serra. La situazione si è ulteriormente aggravata con la recente crisi economica globale e la conseguente recessione in tutti i settori produttivi.

TECNOLOGIE ED EMISSIONI

Le tecnologie emergenti per contenere le emissioni di CO₂ si basano sulle seguenti strategie:

- **Segregazione della CO₂ (nei fondali oceanici ad alte profondità)**
- **Produzione di biomasse per la produzione di biocombustibili**
- **Ottimizzazione dei processi produttivi**
- **Energie alternative (geotermiche, eoliche, idroelettriche, marine, nucleari)**

B – Alterazioni del ciclo dell'acqua

Aspetti quantitativi.

Alcune variazioni sul tema...

VARIAZIONE N°1: RITIRO DEI GHIACCIAI

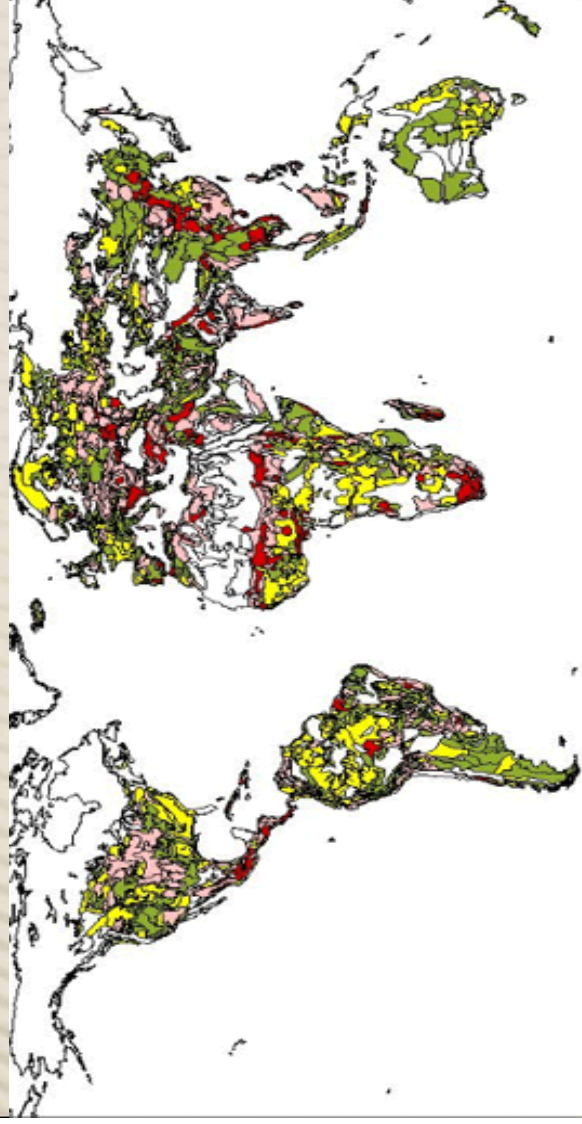


VARIAZIONE N° 2: DESERTIFICAZIONE

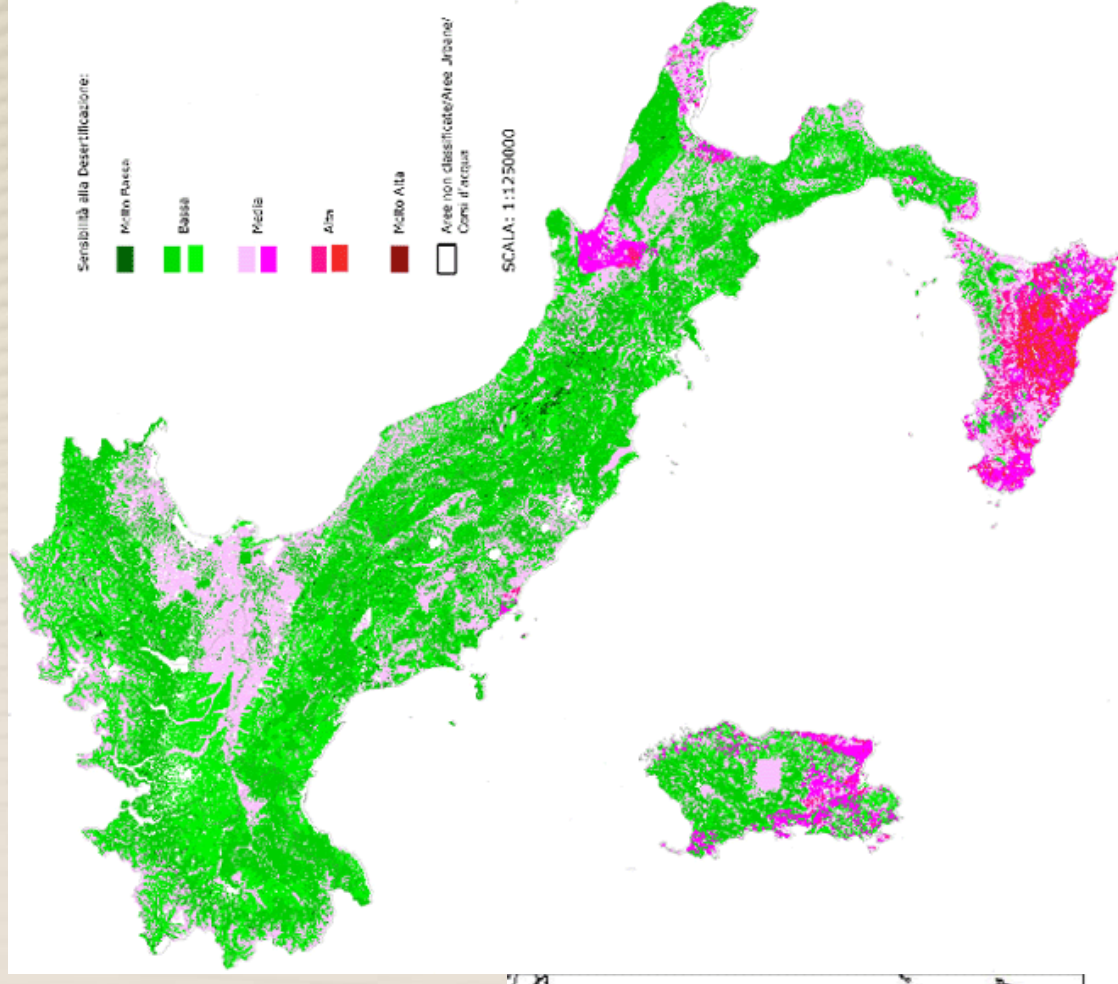
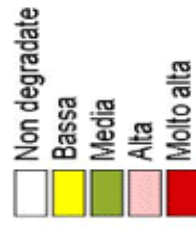
La desertificazione di porzioni ormai consistenti del territorio italiano (30% della superficie, dati DISMET) e spiccatamente in varie aree del mondo sono riconducibili ad un'alterazione della circolazione dell'acqua sul pianeta dovuta a concause legata alle fluttuazioni dei cicli biogeochimici .

"La desertificazione è il degrado del territorio nelle zone aride, semi aride e sub umide secche attribuibile a varie cause fra le quali variazioni climatiche e le attività umane" . (UN CCD, 1994)

Desertificazione in Italia



Legenda



Desertificazione nel mondo

CAUSE DELLA DESERTIFICAZIONE

Naturali:

- variazioni climatiche
- siccità
- erosione suolo

Antropiche:

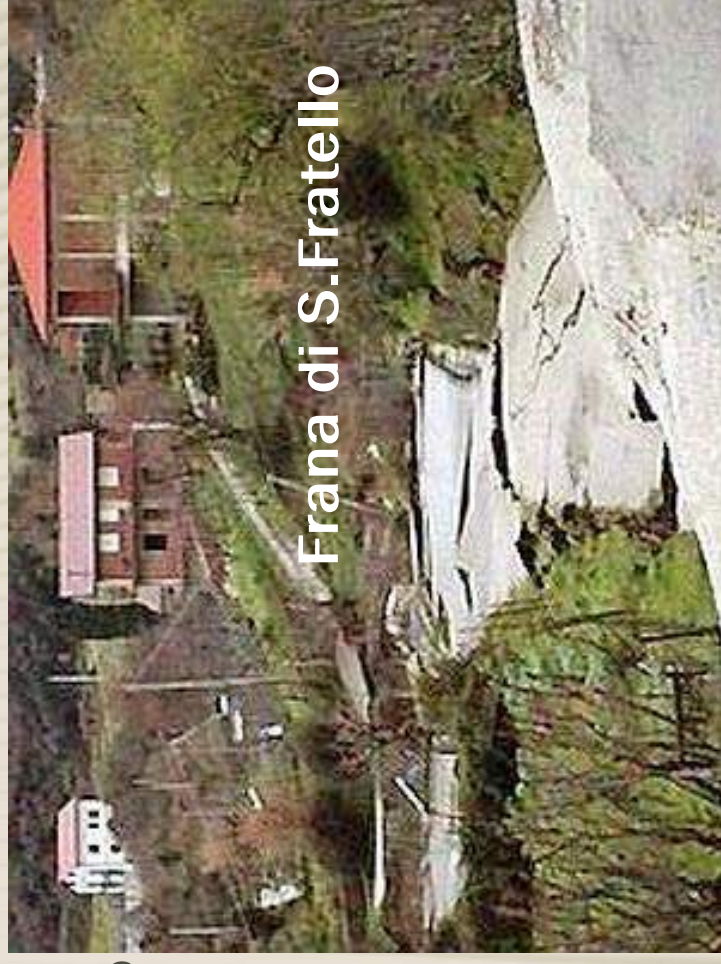
- risorse idriche
- incendi, agricoltura,
- zootecnia,
- processo di urbanizzazione,
- attività turistica, attività estrattive, discariche

Le diverse cause sono influenzate in varia misura da fattori predisponenti (geomorfologici, idrologici, pedologici e della vegetazione) che possono alterare la dinamica del processo portando il territorio ad un progressivo degrado che si concretizza in una evidente degenerazione della biodiversità, una progressiva fragilità dell'area coinvolta che accelera/accresce la sua instabilità fino ad uno stadio estremo irreversibile in condizioni normali e in tempi medio lunghi.

Dissesto idrogeologico

Il **dissesto idrogeologico**, è un'altra conseguenza del mutato equilibrio del ciclo dell'acqua che, variando i propri flussi, crea il substrato ideale per un degrado del territorio; questo, reso fragile dall'antropizzazione e dai fattori citati, non riesce a far fronte con la copertura vegetale alla forza erosiva delle acque.

Appennino parmense



Frana di S.Fratello

In Italia il dissesto costituisce una delle emergenze ambientali più onerose e vaste in quanto coinvolge la maggioranza delle regioni geografiche che notoriamente sono mediamente pedocollinari.

C – Alterazioni del ciclo dell’acqua

EUTROFIZZAZIONE

L'OPULENZA DELL'AMBIENTE

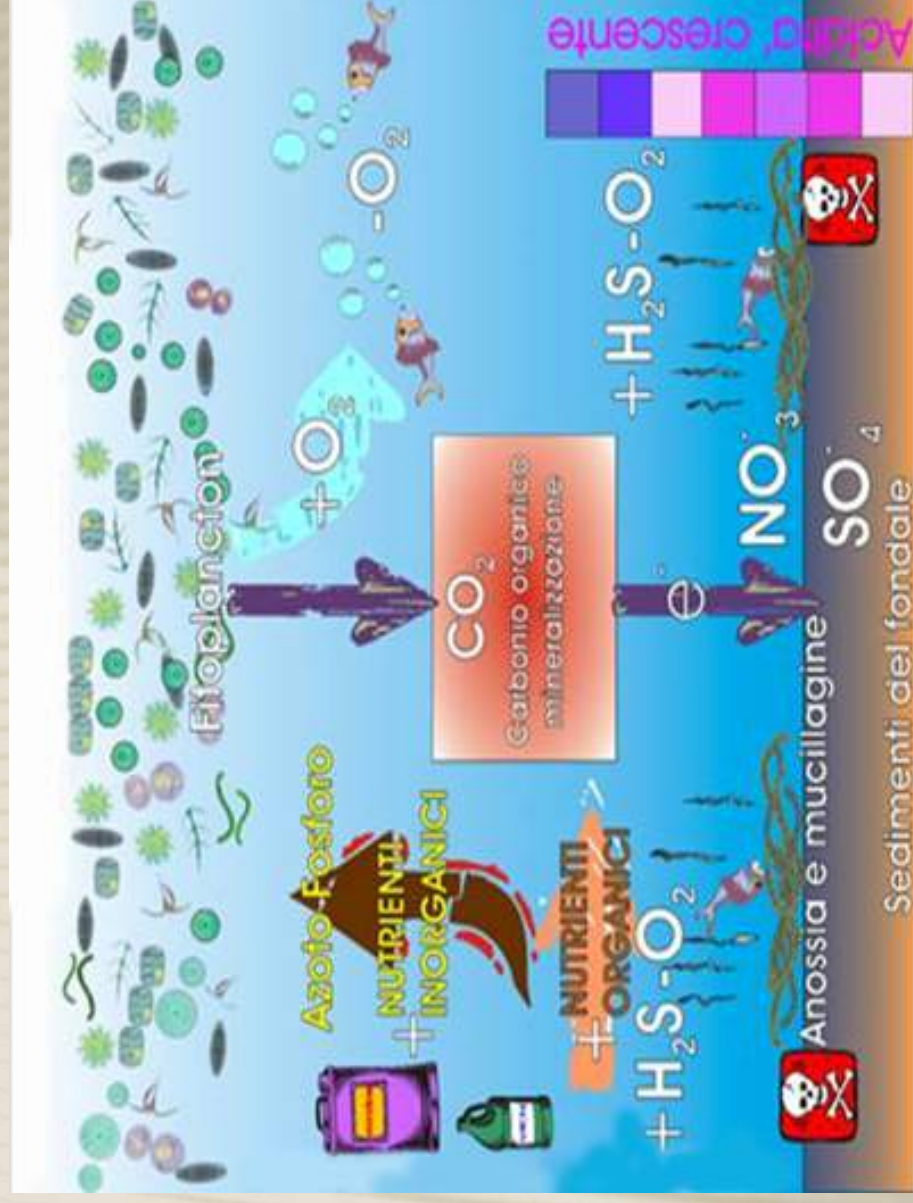
“Quando gli ecosistemi ingrassano...”

- Si tratta di una condizione di abbondanza di sostanze nutritive in un dato ecosistema, in particolare composti di azoto, fosforo o zolfo, provenienti da fonti naturali o antropiche (come i fertilizzanti, alcuni tipi di detersivo, gli scarichi civili o industriali).
- I nutrienti costituiscono il substrato per la crescita incontrollata di microrganismi.
- Ciò provoca un squilibrio numerico e trofico tra gli organismi dell’ecosistema.

Il processo generale

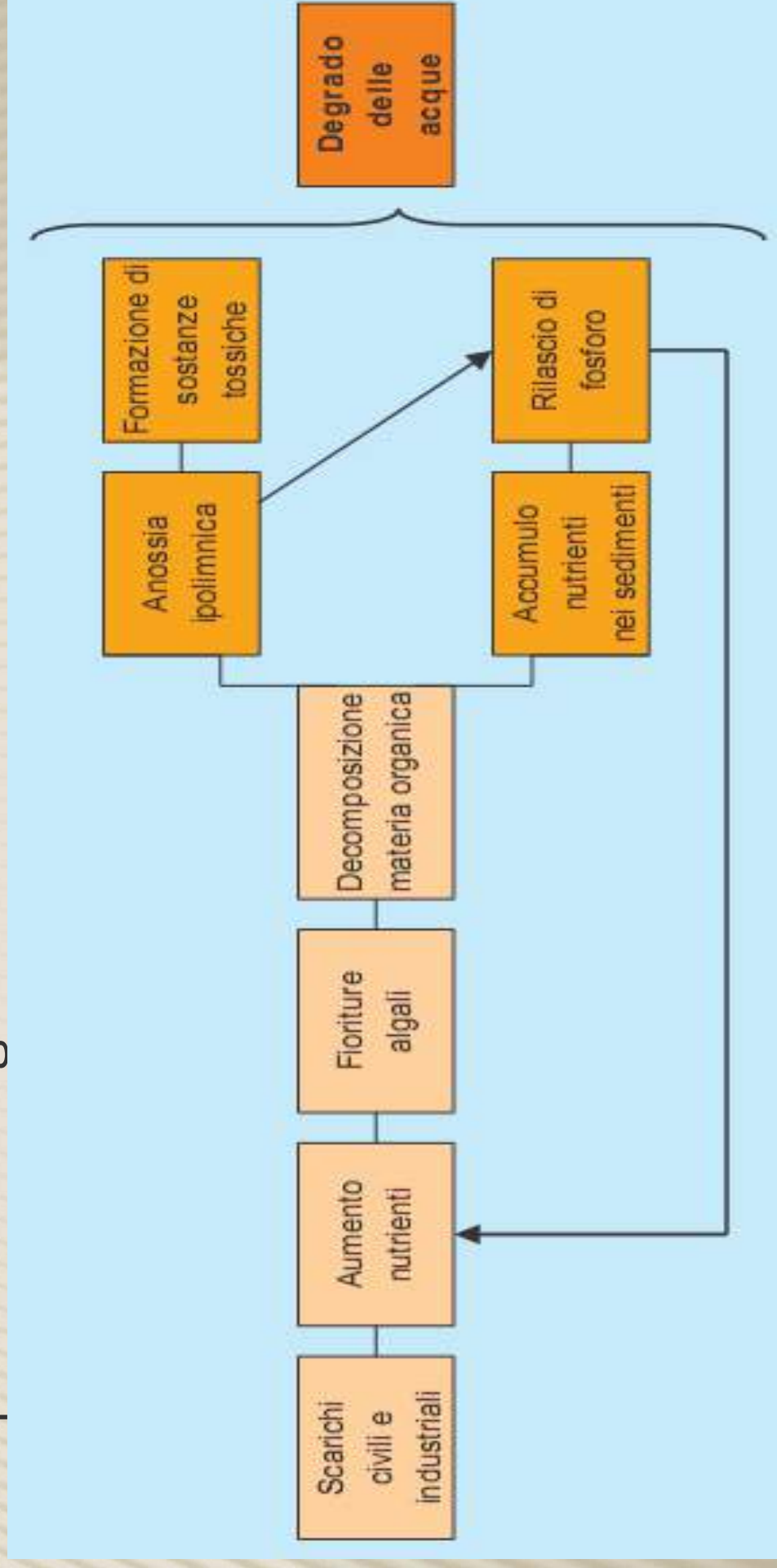
Negli ambienti acquatici si nota un notevole sviluppo della vegetazione e del fitoplancton. Il loro aumento numerico in prossimità della superficie dello specchio d'acqua comporta limita gli scambi gassosi (e quindi anche del passaggio in soluzione dell'ossigeno atmosferico O₂).

Quando le alghe muoiono vi è una conseguente forte diminuzione di O₂ per la loro decomposizione; i processi di putrefazione e fermentazione conseguenti liberano grandi quantità di ammoniaca, metano e acido solfidrico che rendono l'ambiente inospitale anche ad altre forme di vita. Al posto dei microrganismi aerobici, subentrano quelli anaerobici, che sviluppano sostanze tossiche per



FASI DELL'EUTROFIZZAZIONE

Per la presenza di fosfati e nitrati le alghe proliferano a dismisura producendo, per fotosintesi clorofilliana, grandi quantità di ossigeno.

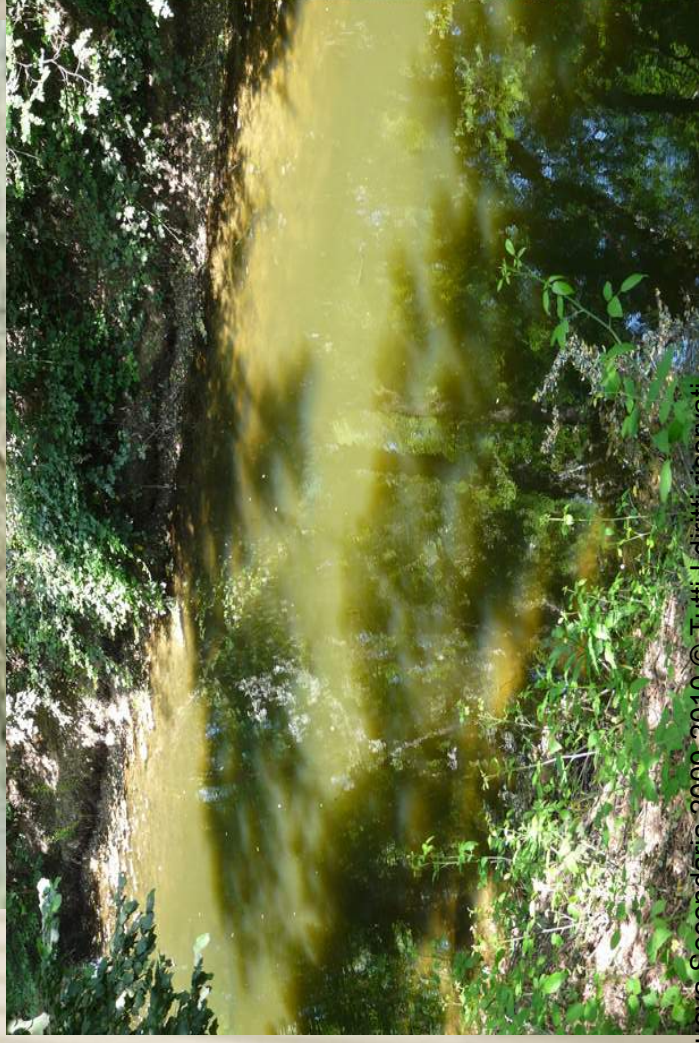


eu più resistenti.

EFFETTI NEGATIVI DELL'EUTROFIZZAZIONE

- **Aumento della biomassa di fitoplancton**
- **Sviluppo di specie tossiche di fitoplancton**
- **Aumento della quantità di alghe gelatinose (mucillaggini)**
- **Aumento delle piante acquatiche in prossimità dei litorali**
- **Aumento della torbidità e del cattivo odore dell'acqua**
- **Diminuzione della quantità di ossigeno disciolto nell'acqua**
- **Diminuzione della diversità biotica (biodiversità)**
- **Scomparsa di alcune specie ittiche pregiate come i salmonidi**

Paesaggi eutrofizzati

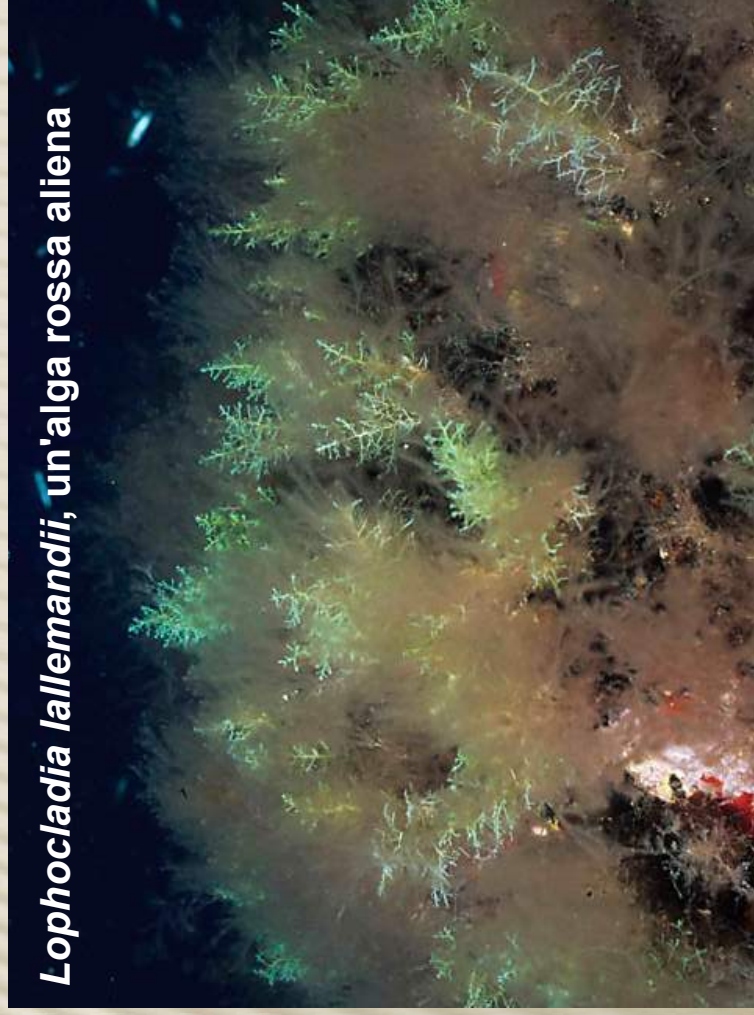




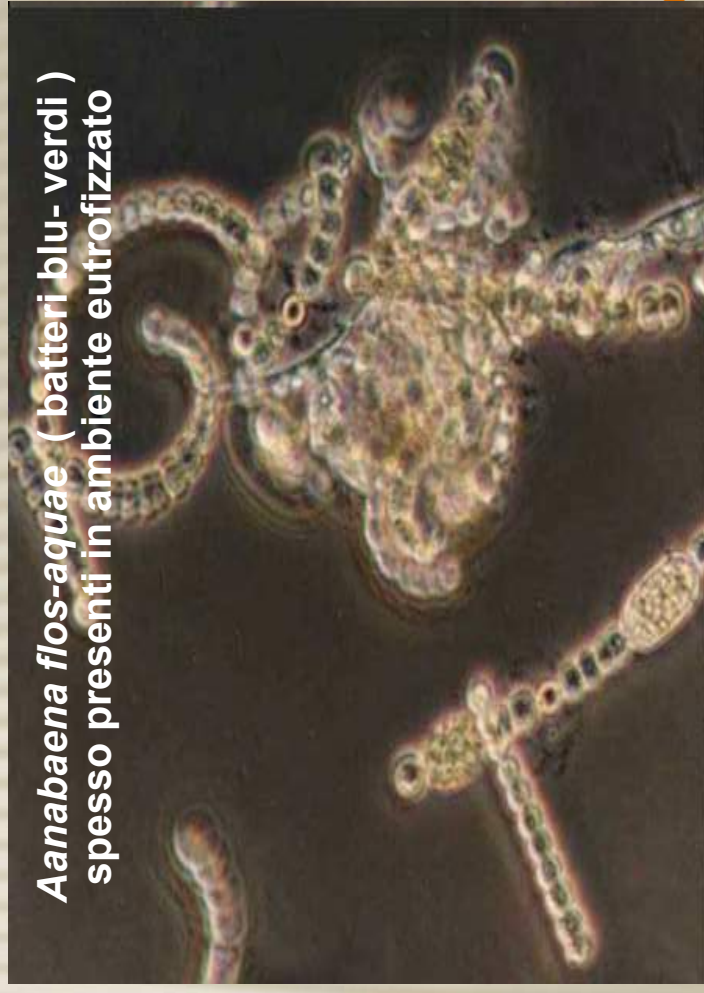
Fiume Ticino



Eutrofizzazione in una pozza di fiume



Lophocladia lallemandii, un'alga rossa aliena



Anabaena flos-aquae (batteri blu-verdi) spesso presenti in ambiente eutrofizzato

CONTRASTARE L'EUTROFIZZAZIONE

- Riduzione degli afflussi di nutrienti ai corpi idrici (corretta gestione dei fertilizzanti in agricoltura)
- depurazione degli scarichi civili ed industriali, trattamento delle acque reflue delle colture tramite agenti sequestranti ed impianti di fitodepurazione.
- NB: il riscaldamento globale contribuirà a peggiorare il fenomeno dell'eutrofizzazione; l'ossigeno infatti è poco solubile in acque calde

Le tecnologie emergenti per contenere le emissioni di CO₂ si basano sulle seguenti strategie:

1. **Segregazione della CO₂ (nei fondali oceanici ad alte profondità)**
2. **Produzione di biomasse per la produzione di biocombustibili**
3. **Ottimizzazione dei processi produttivi**

Prelievi d'acqua

Diverse forme di prelievi idrici

- Prelievo per uso civile (in particolare nelle grandi metropoli)
- Prelievo per uso agricolo: irrigazione, allevamenti intensivi, ecc.
- Prelievo per uso industriale (per i cicli di lavorazione)

Possibili conseguenze

- Subsidenza (Venezia/Marghera: 1,3 mm all'anno)
- Fenomeno del “cuneo marino”: in prossimità delle coste l'acqua salata penetra nel territorio alterandone le caratteristiche chimico-fisiche
- Alterazione della falda sotto le città per forte prelievo con ingressione di acque provenienti da zone agricole ricche di pesticidi e concimi.



Cuneo salino:
Foce dell'Adige



Acqua alta a Venezia